

PUB-NO: CH000680534A5

DOCUMENT-IDENTIFIER: CH 680534 A5

TITLE: Fabry=perot sensor for optical parameter  
measurement - uses two opposing mirrors respectively attached  
to deflected measuring membrane and transparent  
plate

PUBN-DATE: September 15, 1992

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
GASSER, WERNER	N/A
HAELG, BEAT	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
LANDIS & GYR BETRIEBS AG	N/A

APPL-NO: CH00273391

APPL-DATE: September 16, 1991

PRIORITY-DATA: CH00273391A ( September 16, 1991)

INT-CL (IPC): G01B009/02, G01D005/26 , G01J003/26 , G01L009/00

EUR-CL (EPC): G01L009/00 ; G02B026/00

US-CL-CURRENT: 356/FOR.107

ABSTRACT:

CHG DATE=19990617 STATUS=O>The sensor has a hollow space (6) defined between a transparent plate (1) and a silicon body (2), with 2 opposing mirrors (9, 12) on either side of this space (6). One of these mirrors (9) is attached to a silicon membrane (3) deflected in dependance on the measured parameter, the

other mirror (12) attached to the transparent plate (1). At least one of the mirrors (9, 12) is made of platinum or a refractory metal, to prevent anodic bonding between the measuring membrane (3) and the plate (1) upon the mirrors (9, 12) being pressed together. A silicon oxide or silicon nitride stop layer (8) is provided between the measuring membrane (3) and the first mirror (9), both mirrors (9, 12) pref. having an anti-corrosion silicon nitride coating (13, 14). ADVANTAGE - Allows low-cost mass prodn.



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT  
BUNDESAMT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Erfindungspatent für die Schweiz und Liechtenstein  
Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

⑪ CH 680 534 A5

⑤① Int. Cl. 5: G 01 D 5/26  
G 01 L 9/00  
G 01 B 9/02  
G 01 J 3/26

⑫ PATENTSCHRIFT A5

⑳ Gesuchsnummer: 2733/91

㉗ Inhaber:  
Landis & Gyr Betriebs AG, Zug

㉔ Anmeldungsdatum: 16.09.1991

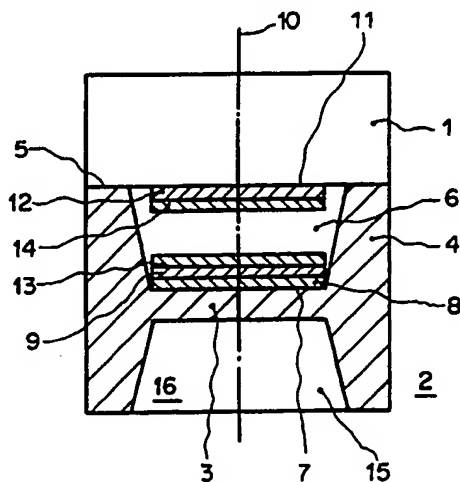
㉔ Patent erteilt: 15.09.1992

㉔ Patentschrift  
veröffentlicht: 15.09.1992

㉔ Erfinder:  
Gasser, Werner, Ebikon  
Hälg, Beat, Wangs

㉔ Bauelement mit einem Hohlraum.

㉔ Ein Bauelement mit Hohlraum (6) zwischen einer Platte (1) und einem Körper (2) aus Silizium ist beispielsweise ein Fabry-Perot-Sensor zum optischen Erfassen einer Messgrösse. Der Hohlraum (6) ist im wesentlichen von zwei in einem kleinen Abstand gegenüberliegenden Spiegeln (9; 12) begrenzt, wobei ein erster Spiegel (9) an einer durch die Messgrösse auslenkbaren Messmembran (3) aus Silizium und ein zweiter Spiegel (12) an einer transparenten Platte (1) angebracht ist. Mindestens einer der Spiegel (9; 12) ist vorzugsweise aus einem Platinmetall, damit die Messmembran (3) bei dem durch das anodische Bonden bedingten Zusammenpressen der Spiegel (9; 12) nicht mit der Platte (1) verschweisst.



CH 680 534 A5

## Beschreibung

Die Erfindung bezieht sich auf ein Bauelement mit einem Hohlraum der im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Art.

Ein solches Bauelement ist beispielsweise ein mikromechanisch herstellbares Fabry-Perot-Interferometer, das als Differenzdrucksensor verwendet werden kann.

Es wurde bereits ein Bauelement dieser Art vorgeschlagen (EP-A2 0 460 357), in dem ein Hohlraum im wesentlichen von zwei in einem kleinen Abstand gegenüberliegenden Flächen begrenzt ist, wobei die eine Fläche von einem Membranträger und einer von ihm umfassten Membran mit einem metallischen Spiegel und die andere Fläche von einer transparenten Platte mit einem weiteren Spiegel gebildet ist. Die beiden Spiegel bilden zusammen einen Teil des optischen Systems eines Fabry-Perot Interferometers, mit dem eine Auslenkung der Membran und damit eine Druckdifferenz messbar ist.

Der Membranträger und die Platte sind anodisch gebondet. Wenn die Spiegel aus Aluminium sind, besteht die Gefahr, dass das beim Bonden wirksame elektrische Feld den Hohlraum schliesst und sich die beiden Spiegel untrennbar miteinander verschweissen. Ein Verschweissen kann durch eine zwischen den Spiegeln angeordnete, mindestens 500 nm dicke Schutzschicht aus  $\text{SiO}_2$  oder  $\text{Si}_3\text{N}_4$  verhindert werden. Wenn die Dicke der Schutzschicht in der Grössenordnung der Wellenlänge der verwendeten Lichtquelle – die hier etwa 700 nm beträgt – liegt, ergibt der entstehende Oxid-Luft- bzw. Nitrid-Luft-Übergang schlecht kontrollierbare Interferenzeffekte. Ferner verschlechtern sich die idealen monokristallinen Elastizitätseigenschaften der Membran wesentlich, wenn sie mit verhältnismässig dicken Schichten belegt ist.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, den Aufbau von Bauelementen, bei denen ein Körper aus Silizium und eine Platte aus Glas einen Hohlraum mindestens teilweise umfassen, so zu verbessern, dass sie in grosser Stückzahl kostengünstig mikromechanisch herstellbar sind.

Die genannte Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Nachfolgend wird ein Ausführungsbeispiel der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert.

Die einzige Zeichnungsfigur zeigt einen Fabry-Perot-Sensor zur Messung eines Differenzdruckes im Querschnitt.

In der Zeichnung bedeutet 1 eine transparente Platte aus einem nichtmetallischen Glas und 2 einen in der ursprünglichen Form z.B. rechteckigen Körper aus einkristallinem Silizium, in den durch Abtragen von Material von mindestens einer Grundfläche her eine Messmembran 3 und ein die Messmembran 3 umfassender, rahmenförmiger Membranträger 4 geformt sind. Die Platte 1 und der Körper 2 sind fest an gemeinsamen Berührungsflächen 5 miteinander verbunden, womit, durch die Form des Membranträgers 4 bedingt, ein Hohlraum 6 gebildet ist. Der Hohlraum 6 kann hermetisch abgeschlos-

sen sein; es ist aber auch möglich, jedoch in der Zeichnung nicht dargestellt, dass im Membranträger 4 Einlasskanäle vorhanden sind, so dass der Hohlraum 6 für Gase und Flüssigkeiten von aussen zugänglich ist.

Auf einer an den Hohlraum 6 grenzenden ersten Begrenzungsfläche – einer Innenfläche 7 der Messmembran 3 – ist, durch eine Stoppschicht 8 aus Siliziumdioxid oder aus Siliziumnitrid zur Verhinderung der Silizidbildung von der Messmembran 3 getrennt, ein erster Spiegel 9 derart angebracht, dass eine Senkrechte 10 durch sein Flächenzentrum auch senkrecht durch das Flächenzentrum eines auf einer zweiten Begrenzungsfläche – einer Oberfläche 11 der Platte 1 – befestigten zweiten Spiegels 12 geht. Beide Spiegel 9, 12 sind gegen den Hohlraum 6 hin mit je einer Schutzschicht 13 bzw. 14 zur Verhinderung von Korrosion abgedeckt.

Der erste Spiegel 9 ist mit der Messmembran 3 längs der Senkrechten 10 bewegbar. Die Spiegel 9 und 12 bilden zusammen ein Fabry-Perot-Interferometer, dessen optische Achse mit der Senkrechten 10 zusammenfällt. Die der Innenfläche 7 abgewandte Seite der Messmembran 3 grenzt an einen Ausenraum 15, der mit einem Medium 16 vom Druck  $p_1$  erfüllt ist, während im Hohlraum 6 ein Druck  $p_2$  herrscht. Auf die Messmembran 3 wirken die durch die Druckdifferenz  $\delta p = p_1 - p_2$  verursachten Kräfte ein und bewirken gegen die Rückstellkräfte in der Messmembran 3 einen Membranhub, der den Spiegel 9 längs der optischen Achse des Interferometers verschiebt. Damit ist die optische Länge des Interferometers von der Druckdifferenz  $\delta p$  abhängig.

Bei einem vorteilhaften Aufbau der Anordnung ist die Stoppschicht 8 nur in einem vorbestimmten Bereich der Innenfläche 7 in einer Schichtdicke von etwa 20 nm angebracht, womit verhindert ist, dass sich aus dem metallischen Material des Spiegels 9 und der Messmembran 3 ein Silizid bildet. Da sich die beiden Spiegel 9 und 12 in einem Abstand von nur etwa 1  $\mu\text{m}$  bis 4  $\mu\text{m}$  gegenüberstehen, werden beim Verbinden der Platte 1 mit dem Membranträger 4 durch anodisches Bonden die metallischen Spiegel 9 und 12 durch das angelegte elektrische Feld zusammengepresst und, wenn die Spiegel 9, 12 beispielsweise aus Aluminium sind, sogar verschweisst. Um eine bleibende Verbindung zwischen der Messmembran 3 und der transparenten Platte 1 zu verhüten, genügt eine einige Nanometer dicke Metallschicht zwischen der Messmembran 3 und der Platte 1 aus einem das anodische Bonden von Silizium und Glas hemmenden Metall. Diese Metallschicht dient zugleich als Spiegel 9 bzw. 12. Ein Verschweissen der Spiegel 9, 12 wird besonders wirksam verhindert, wenn mindestens einer der Spiegel 9, 12 aus einem Platinmetall besteht. Andere geeignete Metalle, die anodisches Bonden hemmen können, sind bestimmte Edelmetalle wie beispielsweise Gold, Silber und Palladium sowie sogenannte Refractory-Metalle wie Wolfram, Titan und Molybdän.

Gute Korrosionsresistenz ist gewährleistet, wenn beide Spiegel 9, 12 je aus einer Platinmetallschicht sind. Die Metallschicht ist mit Vorteil auf den Bereich des Hohlraums 6 beschränkt, damit die

transparente Platte 1 und der Körper 2 an ihren Berührungsflächen 5 miteinander anodisch gebondet werden können.

Die Schutzschicht 13 bzw. 14, welche den Spiegel 9 bzw. 12 vor Korrosion schützt, besteht aus Siliziumdioxid oder aus Siliziumnitrid und ist in einer Dicke von etwa 20 nm auf dem Spiegel 9 bzw. 12 angebracht.

Nebst einer hohen Ausbeute bringen die nicht verschweisbaren Spiegel 9, 12 bei der Fertigung den Vorteil, dass die Messmembran 3 vor dem anodischen Bonden vollständig im Körper 2 ausgebildet werden kann, so dass nach dem Verbinden des Membranträgers 4 mit der Platte 1 kein Abtragen von Material aus der Membranträgerplatte 2 mehr nötig ist.

Eine Vielzahl der beschriebenen Sensoren kann kostengünstig hergestellt werden, wenn als Ausgangsmaterial ein polierter Wafer aus einkristallinem Silizium in der erforderlichen Dicke des Körpers 2 verwendet wird, in dem gleichzeitig eine Vielzahl der Messmembranen beispielsweise mittels in der IC-Technik hinreichend bekannten Verfahren ausgebildet werden.

Der beispielhaft beschriebene Sensor kann selbstverständlich nicht nur zum Messen eines Differenzdruckes, sondern auch zur Messung anderer Messgrößen, z.B. einer Kraft oder einer Länge eingesetzt werden.

Auch andere mikromechanische – elektrische – und elektronische Bauteile können im Hohlraum 6 des Bauelements geschützt angeordnet werden. Der Hohlraum 6 wird von der Platte 1 aus Glas und dem auf die Platte 1 aufgesetzten und an der gemeinsamen Berührungsfläche 5 mittels anodischem Bonden verbundenen Körper 2 eingeschlossen und weist zwei einander zugewandte, im wesentlichen ebene Begrenzungsflächen – die Innenfläche 7 und die Oberfläche 11 – auf, wobei die Oberfläche 11 durch die Platte 1 und die Innenfläche 7 durch den Körper 2 gebildet ist und wobei die Höhe des Hohlraums 6 senkrecht zur Ebene der Platte 1 klein ist gegenüber der Ausdehnung des Hohlraums 6 parallel zur Ebene der Platte 1 und wobei mindestens eine der beiden Begrenzungsflächen – die Innenfläche 7 bzw. die Oberfläche 11 – eine Metallschicht aus einem das anodische Bonden hemmenden Metall aufweist.

#### Patentansprüche

1. Bauelement aus einer Platte (1) aus Glas mit einem auf die Platte (1) aufgesetzten und an einer gemeinsamen Berührungsfläche (5) mittels anodischem Bonden verbundenen Körper (2), die einen Hohlraum (6) einschliessen, der zwei einander zugewandte, im wesentlichen ebene Begrenzungsflächen – die Innenfläche (7) und die Oberfläche (11) – aufweist, wobei die eine Begrenzungsfläche – die Oberfläche (11) – durch die Platte (1) und die andere Begrenzungsfläche – die Innenfläche (7) – durch den Körper (2) gebildet ist und wobei die Höhe des Hohlraums (6) senkrecht zur Ebene der Platte (1) klein ist gegenüber der Ausdehnung des Hohlraums (6) parallel zur Ebene der Platte (1), dadurch ge-

kennzeichnet, dass mindestens eine der beiden Begrenzungsflächen – die Innenfläche (7) bzw. die Oberfläche (11) – eine Metallschicht aus einem das anodische Bonden hemmenden Metall aufweist.

2. Bauelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallschicht aus einem Edelmetall ist.

3. Bauelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallschicht aus einem Platinmetall ist.

4. Bauelement nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallschicht aus einem Refractory-Metall ist.

5. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 4 dadurch gekennzeichnet, dass die Metallschicht ein Spiegel (9 bzw. 12) eines Fabry-Perot-Interferometers mit den zwei einander zugewandten planparallelen Spiegeln (9; 12) ist, dessen erster Spiegel (9) an der Innenfläche (7) einer Messmembran (3) und dessen zweiter Spiegel (12) an der Oberfläche (11) befestigt ist, wobei die Messmembran (3) und der sie umfassende Membranträger (4) im Körper (2) ausgebildet sind.

6. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Körper (2) – der Messmembran (3) – und der Metallschicht – dem ersten Spiegel (9) – eine Stoppschicht (8) zur Verhinderung der Silizidbildung angeordnet ist.

7. Bauelement nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Stoppschicht (8) aus Siliziumdioxid ist.

8. Bauelement nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Stoppschicht (8) aus Siliziumnitrid ist.

9. Bauelement nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Metallschicht – der Spiegel (9 bzw. 12) – an der dem Hohlraum (6) zugewandten Fläche mit einer Schutzschicht (13 bzw. 14) zur Verhinderung von Korrosion abgedeckt ist.

10. Bauelement nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzschicht (13 bzw. 14) aus Siliziumdioxid ist.

11. Bauelement nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Schutzschicht (13 bzw. 14) aus Siliziumnitrid ist.

